

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-097419

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/82
G11B 5/012
G11B 5/39
G11B 5/84

(21)Application number : 08-191846

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.07.1996

(72)Inventor : ICHIHARA KATSUTARO
KIKITSU SATORU
TATEYAMA KOICHI

(30)Priority

Priority number : 07187313
07192015

Priority date : 24.07.1995
27.07.1995

Priority country : JP

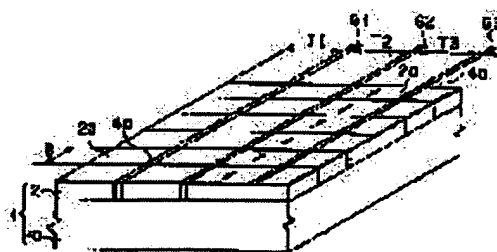
JP

(54) MAGNETIC DISK, PRODUCTION OF MAGNETIC DISK AND MAGNETIC RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the density of magnetic recording by separating recording magnetic members from each other by hard guard band members.

SOLUTION: A substrate 1a is provided thereon with a recording layer 2. This recording layer 2 includes band-shaped magnetic members 2a long in the direction of the recording tracks and the guard band members 4a consisting of different materials embedded between these members 2a. The magnetic members 2a and the guard band members 4a are periodically and alternately arranged with the track pitch as one period in the radial direction of the disk in the recording layer 2. The track



THIS PAGE BLANK (USPTO)

pitch is given by $(T+G)$ and the effective recording magnetic domain area corresponding to the inverse number of the surface density is given by $(T \times G) \times B$ when the width of the band-shaped recording magnetic members 2a, i.e., recording track width, is defined as T and the width of the band-shaped guard band members 4a, i.e., guard band width, as G and the length of the recording magnetic domains as B . The surface recording density attains about 1.5Gbps and the storage capacity with the drive of the four surfaces of two sheets of the disk attains 1.5GB when a disk substrate of a 2.5-inch size is used for the disk substrate 1 and the red track width T is set at $1.8 \pm 0.1 \mu\text{m}$ and the guard width G at $0.2 \pm 0.1 \mu\text{m}$.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.06.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

MENU **SEARCH** **INDEX** **DETAIL** **JAPANESE**

1 / 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A substrate and the recording track section built with the magnetic member which is prepared on this substrate and carries out record playback of the information magnetically, The guard band member which was prepared so that it might continue in the direction of a track substantially between said recording track sections which adjoin mutually, and was built with the nonmagnetic ingredient more firmly than said magnetic member, The magnetic disk characterized by preparing the magnetic member of different thickness from the thickness of the magnetic member which it provides, and the above-mentioned magnetic member does not exist in the lower part field of the above-mentioned guard band member, or makes the above-mentioned recording track section.

[Claim 2] The magnetic disk according to claim 1 characterized by the electric resistance of the above-mentioned guard band member being larger than the electric resistance of the magnetic member which makes the above-mentioned recording track section.

[Claim 3] Claim 1 characterized by the disk front face formed by the above-mentioned magnetic member and the above-mentioned guard band member being substantially flat, or a magnetic disk given in either of 2.

[Claim 4] The thickness of the above-mentioned guard band member is a magnetic disk according to claim 1 characterized by the thickness of the magnetic member which makes the above-mentioned recording track section, and the substantially same thing.

[Claim 5] The thickness of the above-mentioned guard band member is a magnetic disk according to claim 1 characterized by being smaller than the thickness of the magnetic member which makes the above-mentioned recording track section.

[Claim 6] The thickness of the above-mentioned guard band member is a magnetic disk according to claim 1 characterized by being larger than the thickness of the magnetic member which makes the above-mentioned recording track section, and laying a part of above-mentioned guard band member underground into a substrate.

[Claim 7] Furthermore, it is the magnetic disk according to claim 1 which has the substrate layer which consists of a NiP deposit, Cr orientation control layer, or the NiFe soft magnetism layers between the above-mentioned magnetic member and a substrate, and is characterized by the thickness of the above-mentioned guard band member being substantially [as the thickness which totaled the thickness of this substrate layer, and the thickness of the above-mentioned magnetic member] the same.

[Claim 8] The magnetic member which is prepare so that it may continue in the direction of a track substantially between a substrate , the recording track section built with the magnetic member which is prepare on this substrate and carries out record playback of the information magnetically , and said recording track section which adjoins mutually , and makes the above-mentioned recording track section is the magnetic disk characterize by to have the magnet member which is build with a magnetically different ingredient and supplies a direct current field outside .

[Claim 9] The magnetic disk according to claim 8 characterized by the disk front face formed by the above-mentioned magnetic member and the above-mentioned magnet member being substantially flat.

THIS PAGE BLANK (USPTO

[Claim 10] The thickness of the above-mentioned magnet member is a magnetic disk according to claim 8 characterized by the thickness of the magnetic member which makes the above-mentioned recording track section, and the substantially same thing.

[Claim 11] The thickness of the above-mentioned magnet member is a magnetic disk according to claim 8 characterized by being smaller than the thickness of the magnetic member which makes the above-mentioned recording track section.

[Claim 12] The thickness of the above-mentioned magnet member is a magnetic disk according to claim 8 characterized by being larger than the thickness of the magnetic member which makes the above-mentioned recording track section, and laying a part of above-mentioned magnet member underground into a substrate.

[Claim 13] Furthermore, it is the magnetic disk according to claim 8 which has the substrate layer which consists of a NiP deposit, Cr orientation control layer, or the NiFe soft magnetism layers between the above-mentioned magnetic member and a substrate, and is characterized by the thickness of the above-mentioned magnet member being substantially [as the thickness which totaled the thickness of this substrate layer, and the thickness of the above-mentioned magnetic member] the same.

[Claim 14] The above-mentioned magnet member is a magnetic disk according to claim 8 characterized by being made of the ingredient which has the coercive force of magnitude from which the magnetization direction does not change with the magnetic heads for record.

[Claim 15] (a) The process which forms the magnetic layer which consists of a magnetic material on the substrate which has a flat front face substantially, (b) The process which carries out pattern formation of the guard band tooth space which specifies the recording track section which adjoins mutually so that a part of this magnetic layer may be removed and it may continue in the direction of a track substantially, (c) The process which fills this guard band tooth space with the guard band member which consists of a nonmagnetic ingredient more firmly than the magnetic material which makes said magnetic layer, (d) The manufacture approach of the magnetic disk characterized by having the process processed so that the front face of this guard band member and said magnetic layer may become flat respectively substantially.

[Claim 16] (A) The process which forms the magnetic layer which consists of a magnetic material on the substrate which has a flat front face substantially, (B) The process which carries out pattern formation of the tooth space which specifies the recording track section which adjoins mutually so that a part of this magnetic layer may be removed and it may continue in the direction of a track substantially, (C) The process filled with the magnet member which is built with a magnetically different ingredient from said magnetic material in this tooth space, and supplies a direct-current field outside, (D) The manufacture approach of the magnetic disk characterized by having the process processed so that the front face of this magnet member and said magnetic layer may become flat respectively substantially.

[Claim 17] A substrate and the recording track section built with the magnetic member which is prepared on this substrate and carries out record playback of the information magnetically,

THIS PAGE BLANK (11/15/2011)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the magnetic disk mainly used for a calculating-machine circumference store, and a magnetic disk, and a magnetic recording medium.

[0002]

[Description of the Prior Art] The magnetic disk has the features, such as high surface recording density, a high data transfer rate, rapid access, high-reliability, and a low price, and is making the mainstream of computer circumference storage. The surface recording density of a magnetic disk showed several 10 times as many elongation as this in the past ten years, and improvement in the surface recording density continues to be promising.

[0003] Magnetic recording makes it a principle to reproduce the signal field which forms a record magnetic-domain train into a magnetic-recording layer, records, and is revealed to the recording layer exterior from this record magnetic-domain train by the signal field generated from the magnetic head by the magnetic head. When improving surface recording density, it is the point what-izing of the record magnetic domain formed into a magnetic-recording layer can be carried out [detailed] or how the minute field revealed from a detailed record magnetic domain is reproducible to high sensitivity.

[0004] When making a record magnetic domain detailed, on making it detailed and a twist concrete target, the magnetic-head point which touches the 1st recently at a magnetic-recording layer It is in narrowing a record (playback) magnetic gap and narrowing the record (playback) magnetic pole width of recording track, and the gap (spacing) of a magnetic-head point and a magnetic-recording layer is narrowed the 2nd, Positioning [as much as possible / with high degree of accuracy]-in predetermined record playback location of magnetic-recording layer-magnetic-head point ** is important for reducing a blot (fringing) of the record magnetic-domain edge by the field spatially emitted from a magnetic-head point to the 3rd as much as possible, and the 4th.

[0005] moreover -- when carrying out high sensitivity playback of the minute field from a detailed record magnetic domain -- playback -- the theoretic breakthrough is needed. Since the playback principle using a different magneto-resistive effect from the conventional induction playback principle is proposed and proved in recent years and researches and developments of a giant magneto-resistance ingredient are furthered further, it is regarded as what makes the mainstream of future minute field playback.

[0006] The technical point to the densification of the above-mentioned record playback consistency is a matter which is common also with the record playback gestalt (induction playback mold) of the head surfacing form using the longitudinal medium adopted by the present magnetic recording, or the record playback gestalt (magnetic-reluctance playback mold) of the head contact form using a perpendicular medium.

[0007] It can consider as the policy which reduction-izes fringing, and reduction of the fringe magnetic field from the head by the formation of a ** spacing and reduction-ization of the magnetization

THIS PAGE BLANK (USPTO)

transition width of face of a recording layer can be raised from the former. However, in the conventional magnetic disk, since it is impossible, abolishing fringing theoretically needs to consider as the width of recording track it is possible to have expected a certain fringe value, and it has become the inhibition factor of narrow-track-izing.

[0008] Moreover, the present condition is recording a magnetic servo signal and a magnetic address signal into a recording layer using a servo writer, and carrying out by using this servo information during real actuation about positioning of a head, after installing a magnetic-recording disk and the magnetic head in a drive. However, since tracking precision is restricted to the mechanical precision of a head as long as a magnetic-recording layer is the flat side which continues simply, this is also the inhibition factor of narrow-track-izing.

[0009] One approach of the formation of high precision tracking is a discrete truck indicated by JP,2-201730,A. This prepares physical irregularity in the magnetic-disk substrate beforehand, forms a magnetic-recording layer on this, and performs a truck servo using the difference between the signal from a crevice, and the signal from heights. By such PERM (Pre Embossed Rigid Magnetic) disk, tracking precision is determined in the precision of physical irregularity prepared in a substrate, and irregularity can realize highly precise-ization whose amount of fluctuation is 0.01-micrometer order extent, if it prepares according to an optical disk substrate process.

[0010] Since the member which makes a guard band in the above-mentioned PERM disk is an elastic resist, it is tended alternatively however, to wear only a resist out. It cannot be synthetically said to be a highly precise-ized technique from it being necessary to cover a disk front face with a hard protective coat, and being hard to form it into a ** spacing, in order to prevent this wear.

[0011] The thick film of the organic system represented by the resist is prepared on a substrate, it carries out pressing a concave convex stamper against it etc., physical irregularity is prepared in an organic film top face, and the magnetic-recording medium by which a magnetic-substance thin film is embedded all over a crevice, and the organic film and the magnetic-substance film make a flat side substantially is indicated by JP,2-189715,A. By this magnetic-recording medium, since the organic film exists, for forming an interface invalid layer in the magnetic-substance film lower part thickly, and obtaining the magnetic-substance film of a predetermined property, the lower part of the magnetic-substance film does not obtain a thick kink colander, and cannot say thickness of the magnetic-substance film as a densification technique too from superresolution record being difficult. Furthermore, since the high permeability film cannot be prepared in the record magnetic-substance film lower part in this conventional technique, application to the vertical magnetic recording expected as a future high density record technique is difficult.

[0012] Moreover, to the field between recording tracks of a magnetic-recording layer, carry out carrying out laser radiation etc., a record function is made to lose, and the ion implantation or the technique to make is proposed as the guard band by the Japanese-Patent-Application-No. No. 205257 [five to] official report. However, with this conventional technique, since the affected zone of a recording layer is used for a guard band, there is a trouble that it is difficult to form a homogeneous guard band, and the boundary of a recording track and a guard band becomes indefinite.

[0013] By the way, a "magneto-resistive effect" is the effectiveness that electric resistance changes with external magnetic fields, and there are a phenomenon (AMR) in which the electric resistance value of the magnetic-substance thin film for (a) playback changes depending on the relative include angle of the sense of a current and the sense of magnetization of the playback magnetic substance, a phenomenon (GMR) in which resistance changes by whenever [angular relation / of the magnetization between the magnetic layers to which the laminating was carried out through the (b) non-magnetic layer], etc. This has the features that playback sensibility is very high as compared with the conventional induction playback, and regenerative-signal reinforcement is not dependent on a head travel speed.

[0014] Four kinds of the granular structure which distributed the magnetic particle, for example, NiFe/Ag, and the magnetic artificial grids structure which carried out the laminating of many magnetic-substance thin films and many conductive nonmagnetic thin films by turns, for example, (Co/Cu), n film **, are raised into the spin bulb structure which uses an anisotropy magneto-resistive effect, for

THIS PAGE BLANK (USPTO)

example, put the conductive nonmagnetic membrane with NiFe monolayer and two magnetic-substance thin films as structure of the magnetic substance used for a magnetoresistive head, for example, CoFe/Cu/CoFe 3 layer membrane, and a conductive nonmagnetic member.

[0015] Among these, since the thing of monolayer structure is comparatively simple for creation of a component, it is in practical use level, but since resistance rate of change is only about 2% at most, when detailed-ization of a record magnetic domain, i.e., micrifying of a playback field, will progress further from now on, it is supposed that it is inadequate in playback sensibility.

[0016] Moreover, although granular structure and magnetic artificial grids structure present several 10% or more of resistance rate of change and whenever [expected] will be very high in the future, when obtaining a big resistance change, in order to require the big field of number kOe- number 10kOe, playback of a minute medium field is made difficult in the present condition.

[0017] Then, the spin bulb structure which presents about 10% of practically sufficient resistance rate of change by comparatively small field change of less than hundreds of Oes attracts attention, and the utilization is most expected as a next playback component of monolayer structure. With the relative sense of magnetization of two magnetic-substance thin films, the playback principle of spin bulb structure is in the place where electrical resistivity changes, and fixes the sense of magnetization of one magnetic-substance thin film in fact, and it makes the sense of magnetization of another magnetic-substance thin film follow in footsteps of sense of a medium field, changes the relative sense relation of magnetization of two magnetic-substance thin films, and it is used for it. For immobilization of magnetization of the magnetic-substance thin film of one side, switched connection is carried out to this film by using the high magnetic-substance film of coercive force as the magnetization fixing film, and it considers as the magnetization fixed film. Since the magnetic-substance thin film of one side follows in footsteps of a medium field and the magnetization rotates it, this is already written as the "magnetization rotation film" below. If it is important for the sense of magnetization of this magnetization rotation film in the condition that there is no medium field to consider as the sense and the rectangular condition of magnetization of the magnetization fixed film when securing the symmetric property of a regenerative signal, and relation with the sense of a medium field is also included The magnetization direction of the magnetization fixed film is set up in the direction perpendicular to a medium field and the same direction, i.e., a medium side, and, as for the magnetization direction of one magnetization rotation film, it is desirable that it is suitable crosswise [of a medium / truck] in the condition that there is no medium field.

[0018] Some methods are adopted as the setup of the magnetization direction of the above-mentioned magnetization fixed film and the magnetization rotation film. Use of the magnetization fixing film is common to a setup of the magnetization direction of the magnetization fixed film, and the following two approaches are proposed by setup of the magnetization direction of one magnetization rotation film. There is a method of using for the 1st the field generated according to a sense current, and there is switched connection or the approach of carrying out magnetostatic association about the hard film for impressing a moderate bias field to the 2nd also at the magnetization rotation film.

[0019]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the approach using the former sense current, since the bias field to that high power-ization by high-current-izing cannot be attained since a sense current value is prescribed by the bias field to the magnetization rotation film, and the magnetization rotation film acts on the sense which reverses the magnetization direction to the magnetization fixed film, it has troubles -- it is hard to secure the dependability on actuation.

[0020] On the other hand, by the approach using the latter hard film bias, the membrane structure of a head is complicated, a manufacture process routing counter increases, and there are troubles, like it is difficult to offer a head cheaply.

[0021] As mentioned above, although the example of spin bulb structure was taken and the importance of the bias at the time of using a magneto-resistive effect component and a concrete means were explained, it is required to make rotation of magnetization into the symmetry to the sense of a medium field practically, when using the magneto-resistive effect film of which other structures, when

THIS PAGE BLANK (USPTO)

preventing waveform distortion, and to the magneto-resistive effect film, with a certain means, bias of the field is carried out and it uses.

[0022] The purpose of this invention can reduce the side fringe of a record magnetic domain, and is to offer the magnetic disk which can raise the positioning accuracy of the magnetic head also at the time of a ** spacing, and its manufacture approach.

[0023] Moreover, the purpose of this invention can be set as the thickness which can high-resolution record the thickness of the record magnetic-substance film, can be applied also to a future vertical magnetic recording or contact record, and is to offer the magnetic disk suitable for especially a magneto-resistive effect mold recording head in which high density record is possible, and its manufacture approach.

[0024] Furthermore, the purpose of this invention can pass a big sense current to the magneto-resistive effect mold record reproducing head, and the operational reliability of a head can be secured and it is to offer the magnetic disk which can manufacture a head cheaply, and its manufacture approach.

[0025] Furthermore, the purpose of this invention has few side fringes, and they are to offer the magnetic disk which enables actuation of the ** spacing record by which the tracking servo property was stabilized, or contact record, and its manufacture approach.

[0026] Furthermore, the purpose of this invention is to offer the magnetic recording medium in which high density record is possible with large capacity.

[0027] The recording track section built with the magnetic member which the magnetic disk concerning this invention is formed on a substrate and this substrate, and carries out record playback of the information magnetically,

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is the expansion perspective view in which turning off and lacking some magnetic disks concerning the 1st operation gestalt of this invention, and expanding and showing a recording track part.

[Drawing 2] Drawing 2 is drawing of longitudinal section showing the disk which is in one process of a manufacture process in order to explain the manufacture approach of a magnetic disk.

[Drawing 3] Drawing 3 is drawing of longitudinal section showing the disk which is in one process of a manufacture process in order to explain the manufacture approach of a magnetic disk.

[Drawing 4] Drawing 4 is drawing of longitudinal section showing the disk which is in one process of a manufacture process in order to explain the manufacture approach of a magnetic disk.

[Drawing 5] Drawing 5 is drawing of longitudinal section showing the disk which is in one process of a manufacture process in order to explain the manufacture approach of a magnetic disk.

[Drawing 6] Drawing 6 is drawing of longitudinal section showing a magnetic disk.

[Drawing 7] Drawing 7 is drawing of longitudinal section showing the magnetic disk of other operation gestalten.

[Drawing 8] Drawing 8 is drawing of longitudinal section showing the magnetic disk of other operation gestalten.

[Drawing 9] Drawing 9 is drawing of longitudinal section showing the magnetic disk of other operation gestalten.

[Drawing 10] Drawing 10 is the whole magnetic-recording-medium outline perspective view.

[Drawing 11] Drawing 11 is the configuration block Fig. showing the control system of a magnetic recording medium.

[Drawing 12] Drawing 12 is the partial expansion schematic diagram showing a magnetic-head unit and a magnetic disk typically.

[Drawing 13] Drawing 13 is the perspective view showing the principal part of a GMR mold recording head typically.

[Drawing 14] Drawing 14 is the expansion perspective view in which turning off and lacking some magnetic disks concerning the 2nd operation gestalt of this invention, and expanding and showing a recording track part.

[Drawing 15] Drawing 15 is drawing of longitudinal section showing the magneto-resistive effect mold playback component used for the performance test for proving the effectiveness of this invention.

[Drawing 16] Drawing 16 is the mimetic diagram showing the relation of the sense of magnetization to the magnetic disk concerning the 2nd operation gestalt, and a working head.

[Drawing 17] Drawing 17 is drawing of longitudinal section showing the recording track part of the magnetic disk concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 18] Drawing 18 is drawing of longitudinal section showing the recording track part of the magnetic disk concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 19] Drawing 19 is drawing of longitudinal section showing the recording track part of the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

magnetic disk concerning other operation gestalten of this invention.

[Description of Notations]

1a [-- A resist layer, 4a / -- Guard band member,] -- A substrate, 2 -- A recording layer, 2a -- A record magnetism member, 3 5 [-- The magnetization fixing film, 11, M2, M3, M4, M5 / -- A magnet member (TbCo film) 12 / -- A record magnetism member (CoPt film), 41 / -- The magnetization rotation film, 42 / -- Magnetization fixed film.] -- A substrate layer, 6 -- A reproducing-head electrode (Cu electrode layer), 7 -- A conductive nonmagnetic membrane (Cu film), 8

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

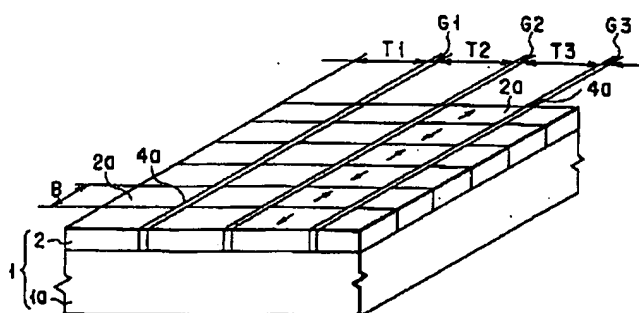
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

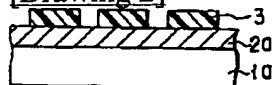
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

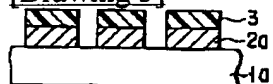
[Drawing 1]



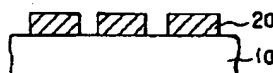
[Drawing 2]



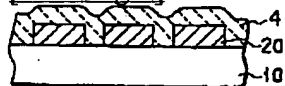
[Drawing 3]



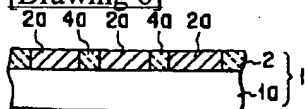
[Drawing 4]



[Drawing 5]

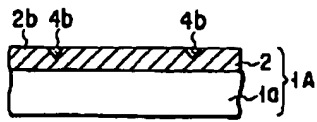


[Drawing 6]

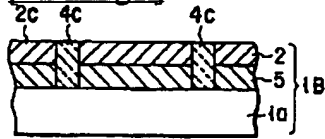


[Drawing 7]

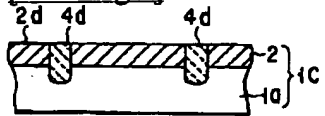
THIS PAGE BLANK (USPTO)



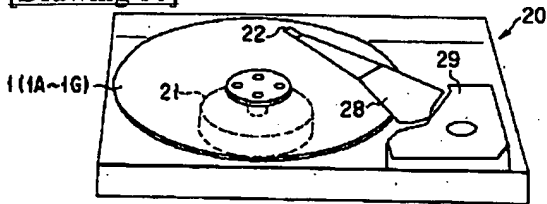
[Drawing 8]



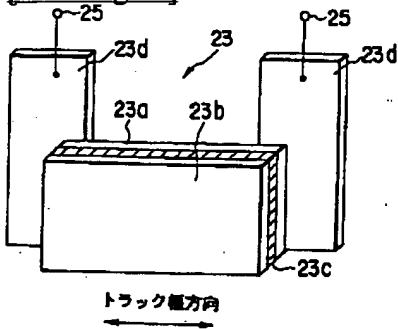
[Drawing 9]



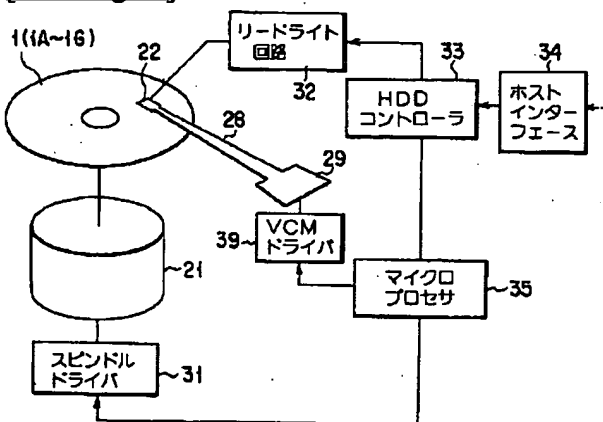
[Drawing 10]



[Drawing 13]

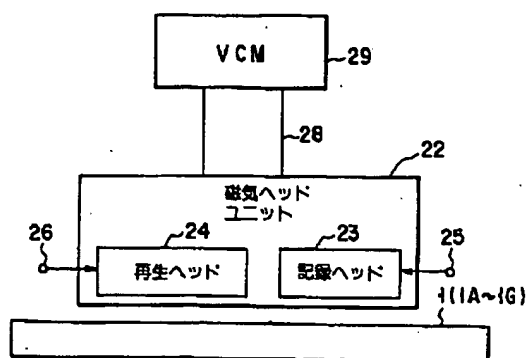


[Drawing 11]

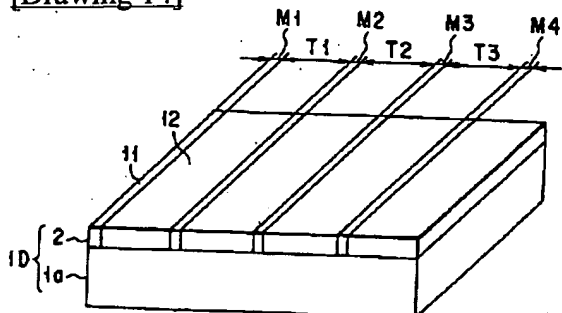


[Drawing 12]

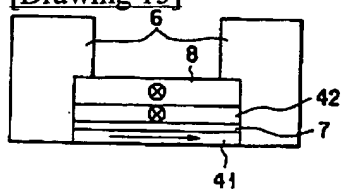
THIS PAGE BLANK (USPTO)



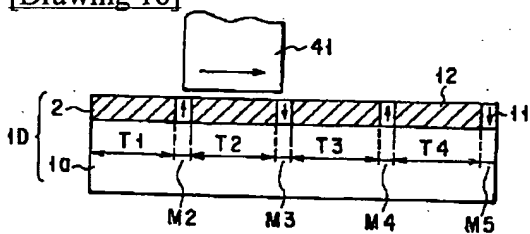
[Drawing 14]



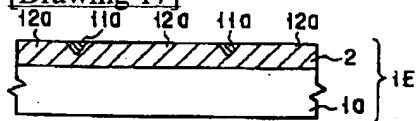
[Drawing 15]



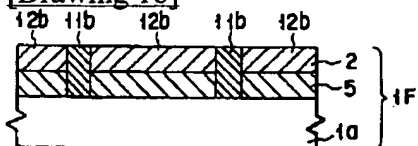
[Drawing 16]



[Drawing 17]

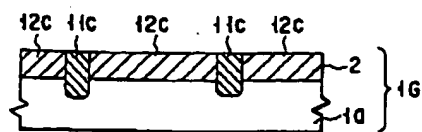


[Drawing 18]



[Drawing 19]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law
 [Section partition] The 4th partition of the 6th section
 [Publication date] October 12, Heisei 13 (2001. 10.12)

[Publication No.] JP,9-97419,A
 [Date of Publication] April 8, Heisei 9 (1997. 4.8)
 [Annual volume number] Open patent official report 9-975
 [Application number] Japanese Patent Application No. 8-191846
 [The 7th edition of International Patent Classification]

G11B 5/82
 5/012
 5/39
 5/84

[FI]

G11B 5/82
 5/012
 5/39
 5/84 Z

[Procedure revision]
 [Filing Date] January 16, Heisei 13 (2001. 1.16)
 [Procedure amendment 1]
 [Document to be Amended] Specification
 [Item(s) to be Amended] Claim
 [Method of Amendment] Modification
 [Proposed Amendment]
 [Claim(s)]

[Claim 1] In the magnetic disk possessing the guard band member which was prepared in a substrate and this substrate, was prepared between the recording track section formed by the magnetic member which carries out record playback of the information magnetically, and the recording track section which adjoins mutually, was [making it continuously] harder than the magnetic member in the direction of a truck, and was substantially formed in it by the non-magnetic material in the recording track section, A magnetic member is not prepared in the lower part field of said guard band member which has equal thickness substantially in the thickness of the magnetic member which forms said recording track section, but the magnetic member of said recording track section has magnetic shape anisotropy in the direction of a truck,

THIS PAGE BLANK (USPTO)

The magnetic disk with which the disk side formed of the magnetic member which forms said recording track section, and said guard band member is characterized by having an even field.

[Claim 2] In the magnetic disk possessing the guard band member which was prepared in a substrate and this substrate, was prepared between the recording track section formed by the magnetic member which carries out record playback of the information magnetically, and the recording track section which adjoins mutually, was [making it continuously] harder than the magnetic member in the direction of a truck, and was substantially formed in it by the non-magnetic material in the recording track section, It has thin thickness more substantially than the thickness of the magnetic member which forms said recording track section, and has the magnetic member prepared in the lower part field of said guard band member,

The magnetic disk with which the disk side formed of the magnetic member which forms said recording track section, and said guard band member is characterized by having an even field.

[Claim 3] A magnetic disk given in either of claims 1 or 2 to which the way of the electric resistance of said guard band member is characterized by being larger than the electric resistance of the magnetic member of said recording track section.

[Claim 4] Furthermore, it has the substrate layer which consists of a NiP deposit, Cr orientation control layer, or the NiFe soft magnetism layers between the magnetic member of said recording track section, and a substrate,

The thickness of said guard band member is a magnetic disk given in either of claims 1 or 2 characterized by the thickness which totaled the thickness of said substrate layer, and the thickness of the magnetic member of said recording track section, and the substantially same thing.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-097419

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/82
G11B 5/012
G11B 5/39
G11B 5/84

(21)Application number : 08-191846

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.07.1996

(72)Inventor : ICHIHARA KATSUTARO
KIKITSU SATORU
TATEYAMA KOICHI

(30)Priority

Priority number : 07187313
07192015

Priority date : 24.07.1995
27.07.1995

Priority country : JP

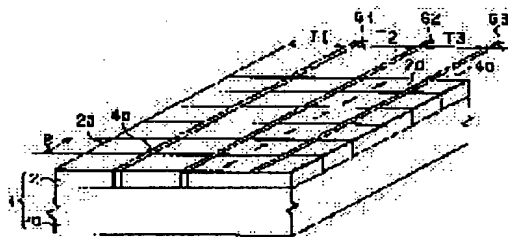
JP

(54) MAGNETIC DISK, PRODUCTION OF MAGNETIC DISK AND MAGNETIC RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the density of magnetic recording by separating recording magnetic members from each other by hard guard band members.

SOLUTION: A substrate 1a is provided thereon with a recording layer 2. This recording layer 2 includes band-shaped magnetic members 2a long in the direction of the recording tracks and the guard band members 4a consisting of different materials embedded between these members 2a. The magnetic members 2a and the guard band members 4a are periodically and alternately arranged with the track pitch as one period in the radial direction of the disk in the recording layer 2. The track pitch is given by $(T+G)$ and the effective recording magnetic domain area corresponding to the inverse number of the surface density is given by $(T \times G) \times B$ when the width of the band-shaped recording magnetic members 2a, i.e., recording track width, is defined as T and the width of the band-shaped guard band members 4a, i.e., guard band width, as G and the length of the recording magnetic domains as B. The surface recording density attains about 1.5Gbps and the storage capacity with the drive of the four surfaces of two sheets of the disk attains 1.5GB when a disk substrate of a 2.5-inch size is used for the disk substrate 1 and the track width T is set at $1.8 \pm 0.1 \mu\text{m}$ and the guard width G at $0.2 \pm 0.1 \mu\text{m}$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

15.06.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-97419

(43) 公開日 平成9年(1997)4月8日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	5/82		G 1 1 B	5/82
	5/012	9559-5D		5/012
	5/39			5/39
	5/84	7303-5D		5/84
				Z

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 14 頁)

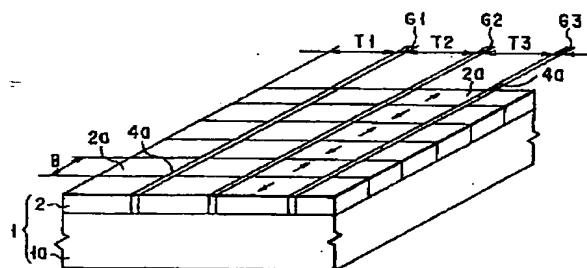
(21) 出願番号	特願平8-191846	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成8年(1996)7月22日	(72) 発明者	市原 勝太郎 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社 東芝柳町工場内
(31) 優先権主張番号	特願平7-187313	(72) 発明者	喜々津 哲 神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社 東芝柳町工場内
(32) 優先日	平7(1995)7月24日	(72) 発明者	館山 公一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦 (外6名)
(31) 優先権主張番号	特願平7-192015		
(32) 優先日	平7(1995)7月27日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク、磁気ディスクの製造方法、及び磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 記録磁区のサイドフリンジを低減することができ、磁気ヘッドの位置決め精度を狭スペーシング時にも向上させることができる磁気ディスクを提供する。

【解決手段】 基板と、この基板上に設けられ、情報を磁気的に記録再生する磁性部材でつくられた記録トラック部と、互いに隣接する前記記録トラック部間にトラック方向に実質的に連続するように設けられ、前記磁性部材よりも硬く、かつ非磁性の材料でつくられたガードバンド部材と、を具備し、上記ガードバンド部材の下方領域には、上記磁性部材が存在しないか、又は、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みとは異なる厚みの磁性部材が設けられている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、この基板上に設けられ、情報を磁氣的に記録再生する磁性部材でつくられた記録トラック部と、互いに隣接する前記記録トラック部間にトラック方向に実質的に連続するように設けられ、前記磁性部材よりも硬く、かつ非磁性の材料でつくられたガードバンド部材と、を具備し、

上記ガードバンド部材の下方領域には、上記磁性部材が存在しないか、又は、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みとは異なる厚みの磁性部材が設けられていることを特徴とする磁気ディスク。

【請求項2】 上記ガードバンド部材の電気抵抗のほうが、上記記録トラック部をなす磁性部材の電気抵抗よりも大きいことを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項3】 上記磁性部材と上記ガードバンド部材とで形成されるディスク表面が実質的に平坦であることを特徴とする請求項1又は2のいずれかに記載の磁気ディスク。

【請求項4】 上記ガードバンド部材の厚みは、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みと実質的に同じであることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項5】 上記ガードバンド部材の厚みは、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みより小さいことを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項6】 上記ガードバンド部材の厚みは上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みより大きく、上記ガードバンド部材の一部が基板のなかに埋設されていることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項7】 さらに、上記磁性部材と基板との間にNiPメッキ層、Cr配向制御層、NiFe軟磁性層のうちのいずれかからなる下地層を有し、
上記ガードバンド部材の厚みは、この下地層の厚みと上記磁性部材の厚みとを合計した厚みと実質的に同じであることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項8】 基板と、この基板上に設けられ情報を磁氣的に記録再生する磁性部材でつくられた記録トラック部と、互いに隣接する前記記録トラック部間にトラック方向に実質的に連続するように設けられ、上記記録トラック部をなす磁性部材とは磁氣的に異なる材料でつくられ、外部に直流磁界を供給する磁石部材と、を備えることを特徴とする磁気ディスク。

【請求項9】 上記磁性部材と上記磁石部材とで形成されるディスク表面が実質的に平坦であることを特徴とする請求項8記載の磁気ディスク。

【請求項10】 上記磁石部材の厚みは、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みと実質的に同じであることを特徴とする請求項8記載の磁気ディスク。

【請求項11】 上記磁石部材の厚みは、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みより小さいことを特徴とす

2

る請求項8記載の磁気ディスク。

【請求項12】 上記磁石部材の厚みは上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みより大きく、上記磁石部材の一部が基板のなかに埋設されていることを特徴とする請求項8記載の磁気ディスク。

【請求項13】 さらに、上記磁性部材と基板との間にNiPメッキ層、Cr配向制御層、NiFe軟磁性層のうちのいずれかからなる下地層を有し、
上記磁石部材の厚みは、この下地層の厚みと上記磁性部材の厚みとを合計した厚みと実質的に同じであることを特徴とする請求項8記載の磁気ディスク。

【請求項14】 上記磁石部材は、記録用磁気ヘッドによって磁化方向が変化しないような大きさの保磁力を有する材料でできていることを特徴とする請求項8記載の磁気ディスク。

【請求項15】 (a) 実質的に平坦な表面をもつ基板上に磁性材料からなる磁性層を形成する工程と、

(b) この磁性層の一部を除去してトラック方向に実質的に連続するように互いに隣接する記録トラック部を規定するガードバンドスペースをパターン形成する工程と、

(c) このガードバンドスペースを、前記磁性層をなす磁性材料よりも硬く、かつ非磁性の材料からなるガードバンド部材で満たす工程と、

(d) このガードバンド部材及び前記磁性層の表面がそれぞれ実質的に平坦になるように加工する工程と、を備えることを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

【請求項16】 (A) 実質的に平坦な表面をもつ基板上に磁性材料からなる磁性層を形成する工程と、

(B) この磁性層の一部を除去してトラック方向に実質的に連続するように互いに隣接する記録トラック部を規定するスペースをパターン形成する工程と、

(C) このスペースを、前記磁性材料とは磁氣的に異なる材料でつくられ、外部に直流磁界を供給する磁石部材で満たす工程と、

(D) この磁石部材及び前記磁性層の表面がそれぞれ実質的に平坦になるように加工する工程と、を備えることを特徴とする磁気ディスクの製造方法。

【請求項17】 基板と、この基板上に設けられ、情報を磁氣的に記録再生する磁性部材でつくられた記録トラック部と、互いに隣接する前記記録トラック部間にトラック方向に実質的に連続するように設けられ、前記磁性部材よりも硬く、かつ非磁性の材料でつくられたガードバンド部材と、を具備し、上記ガードバンド部材の下方領域には、上記磁性部材が存在しないか、又は、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みとは異なる厚みの磁性部材が設けられている磁気ディスクに対して、情報を磁氣的に読み込み書き込む磁気ヘッドと、外部装置から送られてくる書き込み情報をデータ処理し、データ処理された情報をリードライト回路を介して前記磁気ヘッド

3

に送る制御部と、を備え、
上記磁気ヘッドはスピナルバルブ型の磁気抵抗素子を具備し、
このスピナルバルブ型の磁気抵抗素子は、
上記リードライト回路に接続され、上記磁気ディスクの面に垂直方向に磁化が固定された第1の磁性層と、磁化が印加磁界により変化する第2の磁性層と、この第2の磁性層と上記第1の磁性層との間に挿入された非磁性導電層と、
を備えていることを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に計算機周辺記憶装置に使用される磁気ディスク、磁気ディスクの製造方法、及び磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスクは、高面記録密度、高データ転送速度、高速アクセス、高信頼性、低価格等の特長を有しており、計算機周辺記憶装置の主流をなしている。過去10年間に磁気ディスクの面記録密度は数10倍の伸びを示しており、今後もその面記録密度の向上に期待が持たれている。

【0003】磁気記録は、磁気ヘッドから発生する信号磁界によって磁気記録層中に記録磁区列を形成して記録を行い、この記録磁区列から記録層外部に漏洩する信号磁界を磁気ヘッドによって再生する事を原理とする。面記録密度を向上する上では、磁気記録層中に形成する記録磁区をいかに微細化できるか、微細な記録磁区から漏洩する微小磁界をいかに高感度に再生できるかがポイントである。

【0004】記録磁区を微細化する上では、第1に、磁気記録層に最近接する磁気ヘッド先端部を微細化すること、より具体的には、記録（再生）磁気ギャップを狭くすることと、記録（再生）磁極トラック幅を狭くすることとにあり、第2に、磁気ヘッド先端部と磁気記録層との間隙（スペーシング）を狭くすること、第3に、磁気ヘッド先端部から空間的に発散する磁界による記録磁区端部のにじみ（フリンジング）を極力低減すること、第4に、磁気ヘッド先端部を磁気記録層の所定の記録再生位置にできるだけ高精度で位置決めすること、が重要である。

【0005】また、微細記録磁区からの微小磁界を高感度再生する上では再生原理的なブレイクスルーが必要とされている。近年、従来の誘導再生原理とは異なる磁気抵抗効果を利用する再生原理が提案され実証されてきており、さらに巨大磁気抵抗効果材料の研究開発が進められていることから、今後の微小磁界再生の主流をなすものとみなされている。

【0006】上記した記録再生密度の高密度化への技術ポイントは、現行の磁気記録で採用されている長手媒体

4

を用いたヘッド浮上形の記録再生形態（誘導再生型）でも、垂直媒体を用いたヘッド接触形の記録再生形態（磁気抵抗再生型）でも、共通する事項である。

【0007】従来からフリンジングを低減化する方策として、狭スペーシング化によるヘッドからのフリンジ磁界の低減と、記録層の磁化転移幅の低減化と、をあげることができる。しかしながら従来の磁気ディスクにおいては、原理的にフリンジングを無くすのは不可能であるため、あるフリンジ値を見込んだ余裕のあるトラック幅とする必要があり、狭トラック化の阻害要因となっている。

【0008】また、ヘッドの位置決めについては、磁気記録ディスクと磁気ヘッドをドライブに設置した後で、サーボライターを用いて記録層中に磁気的なサーボ信号とアドレス信号を記録し、実動作中にこのサーボ情報を用いて行っているのが現状である。しかしながら、磁気記録層が単純に連続する平坦面である限り、トラッキング精度はヘッドの機械的精度に制限されるので、これも狭トラック化の阻害要因となっている。

20 【0009】高精度トラッキング化の一つのアプローチは、特開平2-201730号公報に開示されるディスクリットトラックである。これは、予め磁気ディスク基板に物理的な凹凸を設けておき、この上に磁気記録層を形成して、凹部からの信号と凸部からの信号の違いを利用してトラックサーボを行うものである。このようなPERM（Pre Embossed Rigid Magnetic）ディスクでは、トラッキング精度は基板に設けられる物理的な凹凸の精度で決定され、凹凸は光ディスク基板プロセスにしたがって設ければ、変動量が0.01 μ mオーダー程度の高精度化を実現することができる。

30 【0010】しかしながら、上記のPERMディスクにおいてはガードバンドをなす部材が軟質のレジストであるために、レジストのみが選択的に摩耗しやすい。この摩耗を防ぐためにディスク表面を硬質の保護膜で被覆する必要があり、狭スペーシング化しにくいことから、総合的には高精度化技術とは言えない。

40 【0011】特開平2-189715号公報には、基板上にレジストに代表される有機系の厚膜を設けて、それに凹凸状スタンプを押し当てる等して有機膜上面に物理的な凹凸を設け、凹部中に磁性体薄膜を埋め込み有機膜と磁性体膜が実質的に平坦面をなす磁気記録媒体が開示されている。この磁気記録媒体では磁性体膜の下部は有機膜が存在するために、磁性体膜下部に界面無効層が厚く形成され、所定の特性の磁性体膜を得るには磁性体膜の厚さを厚くせざるをえず、高分解記録が困難であることから、やはり高密度化技術とは言えない。さらに、この従来技術においては記録磁性体膜下部に高透磁率膜を設けることができないので、将来の高密度記録技術として期待されている垂直磁気記録への適用が困難である。

【0012】また、特願平5-205257号公報には、磁気記録層の記録トラック間領域にイオン注入もしくはレーザ照射する等して記録機能を失わせてガードバンドとなす技術が提案されている。しかしながら、この従来技術ではガードバンドに記録層の変質部を使用しているため、均質なガードバンドを形成することが困難であり、また、記録トラックとガードバンドとの境界が不明確になるといった問題点がある。

【0013】ところで、「磁気抵抗効果」とは、外部磁界により電気抵抗が変化する効果であり、(a)再生用の磁性体薄膜の電気抵抗値が電流の向きと再生磁性体の磁化の向きの相対的角度に依存して変化する現象(AMR)、(b)非磁性層を介して積層された磁性層間の磁化の相対角度で抵抗が変化する現象(GMR)などがある。これは従来の誘導再生に比較すると、再生感度が非常に高く、再生信号強度がヘッド走行速度に依存しないという特長がある。

【0014】磁気抵抗ヘッドに用いられる磁性体の構造としては、異方性磁気抵抗効果を利用する、例えばNiFe単層膜、二つの磁性体薄膜で導電性非磁性膜を挟み込んだスピナバルブ構造、例えばCoFe/Cu/CoFe三層膜、導電性非磁性部材中に磁性粒子を分散させたグラニューラー構造、例えばNiFe/Ag、多数の磁性体薄膜と多数の導電性非磁性薄膜を交互に積層した磁性人工格子構造、例えば(Co/Cu)_n膜、の4種類が上げられる。

【0015】これらのうち単層膜構造のものは素子の作成が比較的簡単なことから実用レベルにあるが、抵抗変化率が高々2%程度にすぎないので、今後さらに記録磁区の微細化すなわち再生磁界の微小化が進展する上では、再生感度的に不十分とされている。

【0016】また、グラニューラー構造と磁性人工格子構造は、数10%以上の抵抗変化率を呈し、将来的に極めて期待度が高いが、大きな抵抗変化を得る上では数kOe～数10kOeもの大きな磁界を要するため、微小な媒体磁界の再生は現状では困難とされている。

【0017】そこで、数百Oe未満の比較的小さな磁界変化で10%程度の実用上十分な抵抗変化率を呈するスピナバルブ構造が注目を集め、単層膜構造の次の再生素子として最もその実用化が期待されている。スピナバルブ構造の再生原理は、二つの磁性体薄膜の磁化の相対的な向きによって電気抵抗率が変化するところにあり、実際には一つの磁性体薄膜の磁化の向きを固定しておき、もう一方の磁性体薄膜の磁化の向きを媒体磁界の向きに追従させて二つの磁性体薄膜の磁化の相対的な向き関係を変化させて用いる。片側の磁性体薄膜の磁化の固定のためには、保磁力の高い磁性体膜を磁化固着膜としてこの膜に交換結合し、磁化固定膜とする。もう片側の磁性体薄膜はその磁化が媒体磁界に追従して回転するので、以下これを「磁化回転膜」と略記する。媒体磁界の無い

状態でのこの磁化回転膜の磁化の向きは磁化固定膜の磁化の向きと直交状態とすることが、再生信号の対称性を確保する上では重要であり、媒体磁界の向きとの関係も含めると、磁化固定膜の磁化方向は媒体磁界と同じ向き、すなわち媒体面に垂直な方向に設定され、一方の磁化回転膜の磁化方向は媒体磁界が無い状態では媒体のトラック幅方向に向いていることが好ましい。

【0018】上記した磁化固定膜と磁化回転膜の磁化方向の設定には、幾つかの方式が採用されている。磁化固定膜の磁化方向の設定には、磁化固着膜の利用が一般的であり、一方の磁化回転膜の磁化方向の設定には次の2つの方法が提案されている。第1にセンス電流によって発生する磁界を利用する方法があり、第2に磁化回転膜にも適度なバイアス磁界を印加するためのハード膜を交換結合もしくは静磁結合する方法がある。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者のセンス電流を用いる方法では、センス電流値が磁化回転膜へのバイアス磁界によって規定されるので、大電流化による大出力化が図れないこと、磁化回転膜へのバイアス磁界は磁化固定膜に対してはその磁化方向を逆転させる向きに作用するので、動作上の信頼性が確保しにくいこと等の問題点がある。

【0020】一方、後者のハード膜バイアスを用いる方法では、ヘッドの膜構造が複雑化して製造プロセス工程数が増加し、安価にヘッドを提供することが困難であること等の問題点がある。

【0021】以上、磁気抵抗効果素子を使用する際のバイアスの重要性和具体的な手段について、スピナバルブ構造の例をとって説明したが、他のいずれの構造の磁気抵抗効果膜を使用する場合においても、実用上は磁化の回転を媒体磁界の向きに対して対称にすることが、波形歪みを防止する上で必要であり、磁気抵抗効果膜に対して何等かの手段で磁界をバイアスさせて用いる。

【0022】本発明の目的は、記録磁区のサイドフリンジを低減することができ、磁気ヘッドの位置決め精度を狭スペーシング時にも向上させることができる磁気ディスク及びその製造方法を提供することにある。

【0023】また、本発明の目的は、記録磁性体膜の膜厚を高分解能記録可能な膜厚に設定することができ、将来の垂直磁気記録もしくは接触記録にも適用することができ、とくに磁気抵抗効果型記録ヘッドに適する高密度記録可能な磁気ディスク及びその製造方法を提供することにある。

【0024】さらに、本発明の目的は、磁気抵抗効果型記録再生ヘッドに大きなセンス電流を流すことができ、ヘッドの動作信頼性を確保することができ、かつ安価にヘッドを製造できる磁気ディスク及びその製造方法を提供することにある。

【0025】さらに、本発明の目的は、サイドフリンジ

7

が少なく、かつトラッキングサーボ特性の安定した狭スペーシング記録または接触記録の動作を可能とする磁気ディスク及びその製造方法を提供することにある。

【0026】さらに、本発明の目的は、大容量で高密度記録可能な磁気記録装置を提供することにある。

【0027】本発明に係る磁気ディスクは、基板と、この基板上に設けられ、情報を磁気的に記録再生する磁性部材でつくられた記録トラック部と、互いに隣接する前記記録トラック部間にトラック方向に実質的に連続するように設けられ、前記磁性部材よりも硬く、かつ非磁性の材料でつくられたガードバンド部材と、を具備し、上記ガードバンド部材の下方領域には、上記磁性部材が存在しないか、又は、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みとは異なる厚みの磁性部材が設けられていることを特徴とする。

【0028】本発明に係る磁気ディスクの製造方法は、(a) 実質的に平坦な表面をもつ基板上に磁性材料からなる磁性層を形成する工程と、(b) この磁性層の一部を除去してトラック方向に実質的に連続するように互いに隣接する記録トラック部を規定するガードバンドスペースをパターン形成する工程と、(c) このガードバンドスペースを、前記磁性層をなす磁性材料よりも硬く、かつ非磁性の材料からなるガードバンド部材で満たす工程と、(d) このガードバンド部材及び前記磁性層の表面がそれぞれ実質的に平坦になるように加工する工程と、を備えることを特徴とする。

【0029】上記ガードバンド部材は、ディスク表面にあらわれてさえいれればよく、その厚みは磁性部材の厚みと同じであってもよいし、これより厚くてもよいし、これより薄くてもよい。

【0030】また、ガードバンド部材は、非磁性の硬質材料でできていることが望ましく、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 のような酸化物、 Si_3N_4 、 AlN 、 TiN のような窒化物、 TiC のような炭化物、 BN のような硼化物、あるいはC系、CH系、CF系のうちいずれかの重合化合物でできていることが好ましい。ガードバンド部材が非磁性であるため、サイドフリンジの問題はほぼ完全に解決される。また、ガードバンド部材が磁性部材より硬質であるため、コンタクトスタートストップ(CSS)耐性に優れ、さらには将来の接触記録方式においても耐久性に優れたものとなる。

【0031】本発明の磁気ディスクにおいては、磁性部材そのものは微細な凹凸状の物理的な形状変化をなしている。この磁性部材の凹部に、ガードバンド部材が磁性部材の凸部表面まで埋め込まれ、ディスク表面が実質的に平坦面をなすことが望ましい。磁性部材の凹凸形状は重要であり、サイドフリンジングを低減し、かつ高精度のトラッキングを行なう上では、記録トラック方向に実質的に連続して設けられることが好ましい。ガードバンド部材がこのような形態を採ることで、サイドフリンジ

8

ングの問題は本質的に解決できると同時に、光ディスクに類似の高精度トラッキングが可能となる。

【0032】ここで、「実質的に連続」の意味は、ガードバンド部材は必ずしもトラック一周に亘って連続している必要は無いが、記録磁区列形成部分もしくは必要があれば設けられる磁気的サーボ情報記録部分に亘ってトラック方向に連続してさえいれればよい。より好ましい凹凸形状は、前記したトラック方向に実質的に連続する形状に加えて、トラック方向に略連続する形状以外に必要があれば設けられるアドレス信号が記録磁性層の形状変化として情報記録されている形態である。このような形態を採れば、従来から実施されているサーボライティングの必要性は全く無くなる。

【0033】また、高密度記録上重要な本発明の効果として、記録分解能の向上すなわち線記録密度の向上もあげることができる。これは記録磁性部材を非磁性ガードバンド部材で記録トラック部ごとに分離することによって、磁性部材の形状磁気異方性が記録トラック方向に付与され、磁化転移部における再生信号の揺らぎが小さくなることによっている。

【0034】記録磁性部材の凹凸部に埋め込まれているガードバンド部材と磁性部材面を実質的に平坦面とすれば、記録層の上に耐摩耗性保護層を設けなくてもよくなる。そのような場合はスペーシング損失を低減する上では最も好ましい形態である。磁気ヘッドをディスクの記録面に接触走行させる場合は、ガードバンド部材は磁気ヘッドを案内するガイドレールの役割をもつ。なお、接触記録方式では記録磁性部材が露出していると十分な信頼性が得られない場合には、保護層を設けてもよい。保護層はガードバンド部材と同じ材質からなる硬質非磁性部材であることが望ましい。

【0035】さらに、ガードバンド部材の電気抵抗は、磁性部材の電気抵抗よりも大きいほうが望ましい。磁気抵抗効果方式の記録再生を考慮する場合に、ガードバンド部材は記録磁性部材に比べて電気的に絶縁性を有することが好ましく、比抵抗値として少なくとも記録磁性部材よりも一桁程度高い値をもつことが好ましい。このようにすれば、横通電方式の磁気抵抗ヘッドを用いて接触再生させた場合においても、電流が媒体に漏洩して再生出力を低下させてしまうといった問題を解決することができる。

【0036】磁性部材としては、通常の磁気ディスクに用いられているCo系材料、例えば CoNiPt 、 CoPt 、 CoPtCr 、 CoTaCr 、 CoNiCr 、将来の垂直磁気記録材料として期待されている CoCr 、 CoPtO 、それ自体が硬質であることから接触記録材料として研究されているBaフェライト系、Fe系もしくはCo系粒子を硬質マトリクス中に分散させた材料系等を用いることができる。

【0037】なお、記録磁性部材の下地には基板が直接

配置されてもよいが、好ましくは面内媒体に対しては配向制御膜としてNiP、Cr等、垂直媒体に対しては閉磁路形成膜として高透磁率膜、例えばNiFe膜等が形成されているのがよい。基板の材料は特に限定されないが、通常はアルミニウムやガラスを用いる。さらに、耐薬品性に優れるガラス基板を用いることが好ましい。

【0038】本発明に係る磁気ディスクは、基板と、この基板上に設けられ情報を磁氣的に記録再生する磁性部材でつくられた記録トラック部と、互いに隣接する前記記録トラック部間にトラック方向に実質的に連続するように設けられ、上記記録トラック部をなす磁性部材とは磁氣的に異なる材料でつくられ、外部に直流磁界を供給する磁石部材と、を備えることを特徴とする。

【0039】本発明に係る磁気ディスクの製造方法は、

(A) 実質的に平坦な表面をもつ基板上に磁性材料からなる磁性層を形成する工程と、(B) この磁性層の一部を除去してトラック方向に実質的に連続するように互いに隣接する記録トラック部を規定するスペースをパターン形成する工程と、(C) このスペースを、前記磁性材料とは磁氣的に異なる材料でつくられ、外部に直流磁界を供給する磁石部材で満たす工程と、(D) この磁石部材及び前記磁性層の表面がそれぞれ実質的に平坦になるように加工する工程と、を備えることを特徴とする。

【0040】「トラック方向に実質的に連続する」とは、少なくとも情報信号の記録／再生部分に磁石部材が存在していればよいことを意味する。したがって、アドレス情報領域およびサーボ情報領域には磁石部材は有っても無くてもよく任意のものである。

【0041】また、アドレス情報やサーボ情報を磁石部材パターンによって設けてもよく、このような場合はこの部分の磁石部材はトラック方向に実質的に連続していても構わない。

【0042】磁石部材から外部（ヘッド方向）に発生する直流磁界は媒体面に平行な記録トラックに平行な方向とするのが一般的であるが、縦通電方式の磁気抵抗再生素子を用いる場合は媒体面に垂直に発生させるのがよい。

【0043】さらに、磁気ディスクは、必要に応じて下地層、保護層、潤滑層等を備えてもよい。

【0044】磁性部材には、Co-P、Co-Ni-Pメッキ膜、Co-Ni蒸着膜、Baフェライトスパッタ膜、Co-Pt、Co-Cr、Co-Ni-Cr、Co-Cr-Ta、Co-Ni-PtのCo系スパッタ膜を用いることが望ましい。

【0045】磁石部材は、磁気ヘッドの記録媒体によって磁化方向が変化しない程度に大きな保磁力を持つ材料であればどのような材質のものであってもよい。発生磁界の大きさも重要であるが、これは磁石部材の磁化の値（材料特性と製造方法に依存する値）以外に磁石部材のサイズ（幅と膜厚）や、磁石部材の下地に軟磁性膜を設

けることによって調整可能である。例えば、磁石部材としてフェライト系、SmCo系、NdFeB系等のバルク磁石材料を薄膜化して用いてもよく、Pt/Co多層膜系、MnBi系、TbCo系、TbFeCo系等の主に光磁気記録媒体に使用されるような高保磁力薄膜材料を用いてもよい。

【0046】本発明に係る磁気記録装置は、基板と、この基板上に設けられ、情報を磁氣的に記録再生する磁性部材でつくられた記録トラック部と、互いに隣接する前記記録トラック部間にトラック方向に実質的に連続するように設けられ、前記磁性部材よりも硬く、かつ非磁性の材料でつくられたガードバンド部材と、を具備し、上記ガードバンド部材の下方領域には、上記磁性部材が存在しないか、又は、上記記録トラック部をなす磁性部材の厚みとは異なる厚みの磁性部材が設けられている磁気ディスクに対して、情報を磁氣的に読み込み書き込む磁気ヘッドと、外部装置から送られてくる書き込み情報をデータ処理し、データ処理された情報をリードライト回路を介して前記磁気ヘッドに送る制御部と、を備え、上記磁気ヘッドはスピンプル型の磁気抵抗素子を具備し、このスピンプル型の磁気抵抗素子は、上記リードライト回路に接続され、上記磁気ディスクの面に垂直方向に磁化が固定された第1の磁性層と、磁化が印加磁界により変化する第2の磁性層と、この第2の磁性層と上記第1の磁性層との間に挿入された非磁性導電層と、を備えていることを特徴とする。

【0047】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照しながら本発明の種々の実施の形態について説明する。

【0048】図1は本発明の実施例に係る磁気ディスクの一部を示す拡大斜視図である。図中にて符号1aは基板を、符号2は記録層を表わす。記録層2は、記録トラック方向に長い帯状をなす記録磁性部材2aと、記録磁性部材2aの間に埋め込まれた記録磁性部材2aとは異なる材料からなるガードバンド部材4aと、を含んでいる。このように記録層2においては、磁性部材2aとガードバンド部材4aとがディスク半径方向にトラックピッチを1周期として周期的に交互に配列されている。

【0049】帯状の記録磁性部材2aの幅すなわち記録トラック幅をTとし、帯状のガードバンド部材4aの幅すなわちガードバンド幅をGとし、記録磁区の長さをBとすると、トラックピッチは(T+G)で与えられ、面密度の逆数に相当する実効的な記録磁区面積は(T+G)×Bで与えられる。本実施例においては、ディスク基板1aとしては、2.5インチサイズのものを用い、記録トラック幅Tを $1.8 \pm 0.1 \mu\text{m}$ 、ガードバンド幅Gを $0.2 \pm 0.1 \mu\text{m}$ とした。これらは、記録セルのアスペクト比（トラックピッチ／最短ビットピッチ）を現行の磁気記録ディスク同様に10とし、ディスクへの記録としてゾーンコンタクトアンギュラーヴェロシティ

(ZCAV)方式を採用するとした場合、面記録密度は1.5Gbps程度、ディスク2枚4面のドライブでは記憶容量が1.5GB、となるトラックピッチに相当する。

【0050】次に、図2～図6を参照しながら磁気ディスクの製造方法について説明する。洗浄済みのガラスディスク基板1aを、多元マグネトロンスパッタ装置の処理台上に載置し、CoPt(20原子%Pt)ターゲットを約1分間スパッタして膜厚が約20nmの面内磁化の記録磁気層2aを形成した。さらに連続してSiO₂ターゲットを1分間スパッタして膜厚約10nmのSiO₂膜を形成して取り出した。

【0051】次に、この着膜後のディスクのSiO₂膜上にポジ形レジスト3を約50nmスピンコートしてブリークした後に、Krレーザを光源とする光ディスク用の原盤カッティング装置を用いて、ディスク1を高精度で回転させながら、トラックピッチ2μm、露光幅0.2μm(ガードバンド部4aの幅G₁, G₂, G₃, …G_n)でレジスト3を露光処理した。なお、ディスク全面の露光に要する時間は約10分間とした。現像処理に供して記録層2a上に同心円状のレジストパターンを形成した。FIG2に示すように、記録層2の記録トラック部2aはSiO₂膜を介してレジスト被覆され、ガードバンド部4aに相当する部分はSiO₂膜のみで被覆されレジストは無い状態にあった。

【0052】次に、このレジストパターンを有するディスク1をRIE装置内に装入し、CHF₃ガスを用いてSiO₂膜を約30秒間だけ反応性イオンエッチングした。ガードバンド部4aの記録層2aを露出させた後に、ディスクをレジストアッシング装置内に装入し、記録トラック部2a上のレジストパターンを除去した。

【0053】次に、SiO₂膜パターンを有するディスクをRIE装置内に装入し、ディスクを約200℃に加熱して、塩素と三塩化硼素を主成分とする混合ガスプラズマを用いてCoPt膜を約1分間だけ反応性イオンエッチングした。下地の基板面までエッチング除去することにより、FIG3に示すように、隣り合うCoPt記録層2aの相互間に帯状のガードバンドスペースを形成した。さらに、FIG4に示すように、アッシング装置によりレジスト3を除去した。

【0054】次に、ガードバンドスペースをもつディスクをスパッタ装置内に装入し、ガードバンドスペースが完全に埋まるまで約2分間スパッタし、FIG5に示すように、ディスク表面をSiO₂膜で覆った。これを取り出してイオンポリッシング装置内に装入し、記録磁性部材2aの上面が露出するまで約30秒間ディスク面を研磨した。これにより同時に記録層上に凹凸面をなしていたSiO₂膜4を平坦化する。その結果、FIG6に示すように、帯状の記録磁性部材2a及びガードバンド部材4aが交互に表面にあらわれたディスク1が得られ

た。

【0055】得られたディスク1の一部を破壊し、その断面構造を電子顕微鏡で観察したところ、図1に示すように、記録磁性部材2aとガードバンド部材4aとは段差の無い実質的に平滑な表面をもつことが確認された。

【0056】なお、本実施例におけるトータルプロセス時間の増分は生産設備増強によって十分に補い得る程度であり、ディスクコストの上昇は微々たる程度に抑えることができる。

【0057】また、上記実施例では磁性膜のパターニングに反応性イオンエッチングを用いた場合につき説明したが、イオンミリング法を用いることもできる。その場合は磁性膜上にSiO₂を設ける必要はなく、直接レジストをコートしてレーザ露光した後に、磁性膜をイオンミリングによりパターニングしてレジストを除去し、SiO₂を埋め込みイオンポリッシュすればよい。ただし、加工精度は反応性イオンエッチングの方が優れていた。

【0058】磁性膜をパターニングする際のマスクあるいはガードバンドを成す材料にはSiO₂以外に適当に記録磁性以外の材料を自由に用いることができるが、好ましくは記録磁性部材よりも硬質で絶縁性の良好な材料がよい。製造プロセス上は特に材料に限定されず、例えば、マスクにCを用いる場合は酸素ベースガスでマスクパターニングすることができる。

【0059】上記した製造方法によって試作した本発明の磁気ディスクを用いて以下の手順で本発明の効果を明らかにする実証試験を実施した。また、以下に記述する実証試験においては本発明の効果を明確化する目的で従来技術に従って磁気記録ディスクを作成して同時に評価した。この従来の磁気記録ディスクは、上記実施例において、ガラス基板上にCoPt磁性層をスパッタ形成した段階で取り出したもの(以降、比較ディスクAと略記する)と、20nmのCoPt記録層と10nmのSiO₂層(従来技術においては保護層として機能する)をスパッタした段階で取り出したもの(以降、比較ディスクBと略記する)の2種類である。

【0060】以下、本発明の実施例に係るディスク(以下、実施例ディスクCという)と、比較ディスクA及びBについて試験した結果について説明する。

【0061】まず、得られたディスクサンプルと各々同一条件で作成した試料につきバイプレイティングサンプルマグネトメーター(以下、VSMという)を用いて静的磁気特性を測定した。本発明のディスク試料は記録層中に記録磁性部材の他に非磁性部材を具備しているの

で、断面電子顕微鏡観察結果に基づき、正味の磁性部材の体積を求めて磁化の大きさを決定した。

【0062】VSM測定を図1に示した膜面内平面の記録トラックに平行な方向と垂直な方向の二通りで測定した結果、比較ディスクA及びBではトラック平行方向と

垂直方向でVSMループに有意差は見られなかったが、実施例ディスクCでは、記録層の磁性部材の磁化がトラックと平行に容易軸を有しているようであった。これは、記録トラックに平行に磁性部材が形状異方性を有したためと考えられ、磁気記録上は好ましいことであるとみなせる。

【0063】飽和磁化の大きさは、実施例ディスクC、比較ディスクA、Bともに約650emu/ccと有意差は見られなかった。

【0064】保磁力は、比較ディスクAとBとの間では有意差は無く、2kOe程度であったが、実施例ディスクCでは測定方向で値が異なり、トラック平行方向に磁界を印加した場合が2.5kOe、トラックと垂直方向に磁界を印加した場合が1.5kOeと、形状異方性を反映する値を示した。磁気記録の高密度化上は高保磁力であることが重要であるが、記録磁区は、記録トラック方向に配列するので本発明の磁気記録ディスクの構造は高密度化上、記録波長を短くする上でも静的磁気特性の観点から効果的であることが判明した。

【0065】次に、実施例と比較用の2.5インチディスク（ルブリカントは塗布した）を磁気ディスク試験装置に設置してトラッキングサーボ精度の比較評価と記録再生動作を行った。磁気ヘッドは本発明の狭トラック動作が可能のように特別に試作した横通電磁気抵抗効果再生型の薄膜ヘッドを用いた。本発明の効果を明確にする上で、磁気ヘッドのトラック幅は記録再生ともに2μmとし、定格回転動作における浮上量を実施例ディスクCと比較ディスクAでは0.04μmとし、比較ディスクBでは0.03μmとし、どのディスクでもヘッドメディアスパーシングが0.04μmになるようにした。また、ディスク上の任意の半径に磁気ヘッドを位置合わせし、適当な信号を記録して機械的なトラックずれに対して再生信号が最大になるようにトラッキングする制御系を用いた。

【0066】まず、トラッキング性能試験の結果を記述する。実施例ディスクCと比較ディスクA、Bともに適当な信号を記録した後のトラッキング特性はほぼ一致した。次に隣接するトラックには記録せずにその次のトラックに信号の記録を行い、記録しなかったトラックにヘッドを送ってディスクの回転を継続したところ、磁気記録信号のみからトラッキング信号を得る比較用のディスクはスピンドルモータの機械的回転精度が不足することに起因して次第にトラックのずれを発生し、隣接トラックの記録信号を次第に再生するようになったのに対して、本発明の磁気ディスクは未記録状態のトラックでもガードバンド部とは磁気信号出力が全く異なるため、トラッキングずれの発生は皆無であった。従って、本発明の磁気ディスクでは実際のドライブで駆動する場合とくにトラッキングサーボ信号を予め記入する必要は無く、フォーマット効率が向上してユーザデータ容量が増

加する他、アドレス信号もディスク作成時の磁性膜パターンニング時に記入可能なので、サーボライティングの必要が無いことが明らかである。

【0067】次に、図1に示すような狭トラックピッチの記録を行った場合のサイドフリンジ特性をオフトラック再生動作とオーバーライト動作とによって評価した。用いた磁気ヘッドは前記したトラッキング評価に用いたものと同一である。まず、適当な位置のトラックに信号記録を行った後にトラッキング信号にオフセットをかけながら少しずつオフトラックをかけ、オフトラック量と再生信号強度の関係を測定した。その結果、比較ディスクA、Bではヘッドトラック幅の両側にマグネティックフォースマイクロスコプ（以下、MFMという）で観察して0.2μm程度ずつのサイドフリンジを発生したために、2.2μm程度オフトラックしないと信号出力が零レベルに定価しなかったのに対して、本発明のディスクではMFM観察では全くサイドフリンジの発生は無く、2μmのオフトラック即ち隣接トラック上では信号出力は零レベルに低下した。

【0068】さらに、隣接し合う3本のトラックに同一周波数で信号記録を行い、次に真中のトラックに1.5倍の周波数の信号を記録してオーバーライト特性とクロストーク特性を調べた結果、比較ディスクA、Bでは隣接トラックの信号を拾うと共に十分なオーバーライト特性が得にくかったのに対して、本発明のディスクでは隣接トラック信号は全く無く十分なオーバーライト特性が得られた。従って実施例ディスクCは狭トラック化に対して大きな効果を有することが実証された。

【0069】次に、本発明のさらなる効果の一つを明らかにする目的で、実施例ディスクC、比較ディスクA及びBの三種類のディスクをコンタクトスタートストップ試験（以下、CSS試験という）に供して、その耐摩耗性を調べた。CSS試験はディスクの回転起動から定格回転に至るまでの時間（起動時間）を調べることと、5万パス試験後のディスク表面状態を遮光観察して調べた。平坦な磁性膜上に保護膜を有していないルブリカントのみの比較ディスクAでは数百パス程度で起動時間が数10秒という異常な値を示し、従来構造の保護膜とルブリカントの両方を有する比較ディスクBは5万パス後も起動時間は2.5秒程度と正常値を維持した。これらに対して本発明の磁性膜上には保護膜を有さないがSiO₂ガードバンドを有する実施例ディスクCでは比較ディスクBと同様の結果が得られ、遮光観察の結果も特に摩耗は認められなかった。これにより実施例ディスクCは保護膜無しでもヘッドが硬質ガードバンド部材によって案内されながら走行するので保護膜有りの場合と同様の強い耐摩耗性を示すことが実証でき、狭いスパーシング化の上でも有利であることが確認された。

【0070】さらに、磁気抵抗効果再生ヘッド再生での優位性を実証する目的で再生ヘッドに通電した状態でへ

15

ッド荷重を増加させてヘッドを媒体面に接触させて走行試験を行った。比較ディスクAでは接触させた瞬間に再生信号強度は半分以下に低下した。これは導電性の記録層に電流が分流したためである。

【0071】また、比較用のディスクBでは接触走行させても再生信号の低下は見られなかったが、接触動作を連続的に行う試験を何回か行ったところ、突然信号が出なくなる場合があった。信号が出なくなった磁気ヘッドを調べてみると絶縁破壊に至っていることが明らかとなった。これはディスクの保護膜が絶縁性であるために回転動作で静電気が蓄積し、それがヘッドに集中して放電を起こしたためと考えられる。

【0072】一方、実施例ディスクCでは接触走行時の再生信号強度は浮上時よりも10%程度低下したものの、連続して接触再生試験を行っても全く絶縁破壊は発生しなかった。信号の低下が比較ディスクAに比べて僅かなのは導電性の記録層が絶縁性のガードバンドで隔絶されているためであり、絶縁破壊が発生しないのはディスク面が完全に絶縁性の保護膜で覆われていないためと考えられる。

【0073】上記の実施例では記録磁性材料としてCOPtを用い、特に下地層を設けない場合についてのべたが、本発明は記録材料の種類や下地の有無には特に限定を受けず、記録材料としてCoNiPt, CoCrPt, CoTaCr, CoNiCr, 垂直磁化のCoCr等を自由に用いることができる。また、下地にNiPメッキ層やCr配向制御層あるいはNiFe軟磁性層等が設けられていても実施可能である。

【0074】さらに、ガードバンド部材は図1及び図6に示したもののみに限られない。図7に示すように、横断面V字状のガードバンド部材4bを磁性部材2aの膜厚の途中まで設けてもよい。このようなガードバンド部材4bは、磁性部材2aの結晶配向を所定方向に制御するとともに、特殊なエッチング法を用いることにより形成される。なお、ガードバンド部材4bは横断面V字状の他に横断面長円形状であってもよい。

【0075】また、図8に示すように、横断面矩形状のガードバンド部材4cを磁性部材2cの下方の下地層5と基板1の境界まで設けてもよい。下地層5を有する媒体に対してもこのようなガードバンド部材4cを形成することができ、高密度の記録再生を実現できる。

【0076】さらに、図9に示すように、横断面長円形状のガードバンド部材4dを基板1aの一部に入り込むように形成してもよい。下地層の無い媒体1において基板1aの途中までこのようなガードバンド部材4dを形成することができ、高密度の記録再生を実現できる。

【0077】本発明によれば、硬質ガードバンド部材により記録磁性部材を互いに分離することで、サイドフリンジが大幅に低減化され、狭トラック化が容易となる。また、保護膜が無くても高耐久性を達成でき、狭スペー

16

シング化が容易となり、かつ狭ビットピッチ化が容易となり、総合的に磁気記録の高密度化に貢献する所多である。さらに、高価格化を招くことなく、硬質ガードバンド部材の形成が可能な磁気ディスク及びその製造方法が提供される。

【0078】また、本発明によれば、記録層下部に配置する膜に対する自由度が高く、面内媒体の場合は配向制御膜を配置する等して記録磁性厚を高密度記録対応の薄さに設定するのが簡単になり、垂直媒体では記録層下部に高透磁率層を配置する等して記録再生磁界を強めることが容易になる。また、硬質のガードバンド部材を採用することによりCSS耐性を大幅に向上することができるので、将来的には接触記録方式に対しても十分に応用できる。さらに、絶縁性のガードバンド部材を採用すれば磁気抵抗効果型ヘッドをディスク面に接触させることも可能であり、総合的に磁気記録の高密度化に大いに寄与する。

【0079】次に、図10～図13を参照しながら磁気記録装置及び磁気ヘッドについて説明する。

【0080】図10に示すように、磁気記録装置20のターンテーブル上にディスク1が載置され、スピンドルモータ21によってディスク1がスピン回転されるようになっている。磁気ヘッド22はアーム28の先端部に設けられている。アーム28の基端部はボイスコイルモータ(VCM)29によって支持されている。

【0081】図11に示すように、マイクロプロセッサ35は、スピンドルドライバ31、VCMドライバ39、ハードディスクドライブ(HDD)コントローラ33のそれぞれに接続され、これらに制御信号を送るようになっている。このマイクロプロセッサ35はサーボ制御とデータ処理の両方を実行するものである。例えばマイクロプロセッサ35は、VCM29の動作を制御するために毎秒3000回のサンプリングを行なう一方で、サーボ制御のためのデジタル信号を生成する。このデジタル信号をD/A変換してVCMドライバ39の制御に使用する。これによりアーム28のアクチュエータとしてのVCM29を駆動制御し、磁気ヘッド22をディスク1の記録面の所望箇所に近接又は接触させる。また、マイクロプロセッサ35は、ディスク1が所望速度で回転するように、モータ21及びスピンドルドライバ31を制御する。

【0082】さらに、書き込み/読み出しの処理もマイクロプロセッサ35の監視のもとで実行されるようになっている。すなわち、マイクロプロセッサ35は、HDDコントローラ33と信号をやりとりし、ディスク1に記録すべきデータを信号化し、これをリードライト回路32を介して磁気ヘッド22に送る。一方、HDDコントローラ33はホストインターフェース34を介して外部のホストコンピュータ(図示せず)に接続されている。ディスク1に記録すべきデータはホストコンピュー

タからHDDコントローラ33に入力され、この入力データがマイクロプロセッサ35にいったん送られ、マイクロプロセッサ35でデータ処理され、さらにこれがHDDコントローラ33にもどされる。なお、アーム28に複数のヘッドが搭載されている場合には、マイクロプロセッサ35はこれらの多重化処理を実行する。

【0083】次に、図12、13を参照しながら磁気ヘッドについて説明する。

【0084】図12は磁気ヘッドユニット22の原理的構成を模式的に示した図である。磁気ヘッドユニット22には記録ヘッド23および再生ヘッド24が搭載されている。記録ヘッド23は通常用いられているような記録磁極にコイルが巻回された機構を備える薄膜タイプの誘導型ヘッドである。この記録ヘッド23は、端子25を介して記録アンプ（図示せず）からデータ信号に応じた記録電流が供給されることによって、磁気ディスク1上にデータ信号を記録するものである。

【0085】再生ヘッド24はスピンバルブ型磁気抵抗素子（MR素子）を用いた巨大磁気抵抗効果型ヘッド（GMRヘッド）である。この再生ヘッド24は磁気ディスク1上に記録されたデータ信号や、データ信号の記録に先立ち予め記録されたサーボ信号の再生を行う。再生ヘッド24のMR素子には端子26を介してセンス回路（図示せず）からセンス電流が供給されるようになっている。また、磁気ディスク1上に記録された信号に基づく磁界によるMR素子の磁気抵抗の変化がセンス電流による電圧変化、すなわち電圧信号として端子26より取り出され、この電圧信号が再生アンプ（図示せず）に供給されるようになっている。

【0086】図13に示すように、記録ヘッド23のスピンバルブ型MR素子は、ピン層（第1の磁性層）23a、フリー層（第2の磁性層）23b、非磁性導電層23c、並びに1対のリード23dを備えている。ピン層23aは磁気ディスク1の面に垂直方向に磁化が固定されている。フリー層23bは磁化が印加磁界により変化する。非磁性導電層23cはピン層23aとフリー層23bとの間に挿入されている。1対のリード23dはピン層23aのトラック幅方向両端部に接続されている。各リード23dには端子25がそれぞれ接続されている。各端子25はリードライト回路32に接続されている。

【0087】ピン層23aおよびフリー層23bは例えばCo-Fe膜からなり、非磁性導電層23cは例えばCu膜からなる。ここで、フリー層23aはトラック幅方向に磁気ディスク面と並行に磁化が揃うように配向されている。信号磁界を記録ヘッド23のMR素子に印加すると、フリー層23bの磁化方向が決まり、このフリー層23bの磁化方向とピン層23aの磁化方向との関係で、1対のリード23d間で見たMR素子の電気抵抗が変化する。この電気抵抗の変化現象が巨大磁気抵抗効

果である。

【0088】次に、図14～図19を参照しながら本発明の他の好ましい実施の形態について説明する。

【0089】図14にて符号1aは基板、符号2は記録層、符号11は磁石部材、符号12は記録磁性部材をそれぞれ示す。本実施形態では記録磁性部材12として20nm厚のCoPt膜を、磁石部材11として20nm厚のTbCo膜を、基板1aとして2.5インチ径のガラス基板を各々用いた。

【0090】記録層2は磁石部材11と記録磁性部材12とをディスク半径方向に交互に備えている。記録磁性部材12は記録トラックT1、T2、…Tnをそれぞれ形成し、磁石部材11は直流磁界を発生する記録トラック間領域M1、M2、…Mnをそれぞれ形成している。記録磁性部材12の磁化の向きは、長手記録媒体の場合は記録トラックに平行であり、垂直記録媒体の場合は膜面に垂直である。

【0091】一方、磁石部材11の磁化の向きは、横通電方式の磁気抵抗ヘッドで動作させる場合は膜面に垂直であり、縦通電方式の磁気抵抗ヘッドで動作させる場合は膜面内で記録トラックT1、T2、…Tnに垂直である。なお、横通電方式であっても縦通電方式であっても磁石部材11の磁化の向きは1トラック毎に逆向きに設定するのがよい。

【0092】図14に示す磁気ディスク1Dは、例えば以下の方法で製造することができる。平坦面を成すガラス基板1a上に先ず平坦なCoPt膜をスパッタリングによって形成し、連続してSiO₂膜を10nmの膜厚まで形成する。次いで、SiO₂膜上にレジストをスピンコートし、光ディスクの原盤カッティングに使用されるレーザ露光装置を使用してコンセンリックにレジストの露光を行い、現像処理してレジストのパターニングを行う。

【0093】次に、RIE装置内に基板1を装入し、例えばCHF₃ガスを用いてSiO₂膜をエッチングする。さらに、アッシングによりレジストパターンを除去し、CoPt膜上にSiO₂パターンを形成する。次いでRIE装置により例えば塩素を三塩化硼素の混合ガスを用いてCoPt磁性膜を基板面に至るまでエッチングする。

【0094】さらに、スパッタ装置を用いて磁氣的に補償組成（Tb；22原子%程度）付近の高保磁力（10kOe程度）のTbCo垂直磁化膜を20nmの膜厚まで形成し、その後イオンポリッシング装置を用いて記録磁性部材12上に形成された余分なTbCo膜を除去し、磁気ディスク1Dを得た。

【0095】磁石部材11として用いたTbCo膜は非晶質合金で記録磁性部材12に用いたCoPt膜よりも高硬度であるので、このまま保護膜を特に形成することなくディスク評価に供した。

【0096】ところで、得られたディスクを評価に供する前に磁石部材（磁石層）11の初期磁化方向を設定する必要がある。これはエアースピンドルモータを備えた高精度位置決め可能な光磁気記録装置を用いて行なった。まず、光磁気記録装置にディスク1Dを設置する。そして、膜面に対して垂直に記録磁界を印加して1トラック毎に記録磁界の向きを上下反転させながら、TbCo膜11に半導体レーザ光を集光照射して膜の磁化を上向きもしくは下向きに1トラックに亘り一様に整え、2μmのトラックピッチで光ヘッドをディスク半径方向にコンセンリックに送った。このようにして磁石層11の磁化方向が設定されたディスク1Dを磁気記録再生試験装置内に設置して評価した。

【0097】図15は磁気ディスク1Dの評価試験に用いた磁気抵抗再生型磁気ヘッドを再生部のABS面から見込んで示す模式図である。図15に示す磁気ヘッドは本実施形態の磁気ディスク1Dを評価するために特別に試作したものである。図中にて符号41は磁化回転膜、符号42は磁化固定膜、符号7は導電性非磁性膜、符号8は磁化固着膜、符号6は電極膜をそれぞれ表わす。

【0098】磁化回転膜41および磁化固定膜42にはCoFe膜を、導電性非磁性膜7にはCuを、磁化固着膜8にはFeMnを、電極膜6にはCuを各々用いた。ヘッド試作の最終工程で真空中磁界中熱処理に供して磁化固着膜8とそれに交換結合される磁化固定膜42の磁化の向きを図15の紙面表側から裏側へ向かう向き（すなわち媒体面に垂直な方向）に設定した。

【0099】実際に用いたヘッドは上部に絶縁膜と磁気シールドと記録下磁極を兼ねたCoZrNb膜、記録ギャップを介してNiFe上部磁極を形成したものであり、記録・再生トラック幅は2μmとした。本実施例の磁気ディスクを回転させて磁気ヘッドを浮上量0.04μmで浮上させ、記録再生試験を実施した。その結果、本実施例の磁気ディスクでは未記録状態においても記録磁性部材12からの磁気信号と磁石部材11からの磁気信号とは異なるので、とくにサーボライトしない場合であっても安定してトラッキング動作を実現することができた。これによって本発明の効果の一つが実証された。

【0100】次に、図16に示すように、上記の磁気抵抗再生型磁気ヘッドを用いて本実施形態の磁気ディスク1Dに情報の記録再生を行った。図16は動作中の未記録状態の記録トラック上を走行するヘッドの磁化回転膜41と記録媒体の様子を示す断面模式図である。

【0101】記録磁極への記録信号の印加と再生ヘッド電極6への横通電（図15のなかで磁化回転膜41中に図示した矢印に対して反対の向きに通電）とによって記録再生動作を行った。トラックT2上の磁化回転膜41の磁化の向きは磁石部材M2及びM3からの漏洩磁界の向きに揃い、これは前述のように対称波形再生可能な磁化方向である。

【0102】次に、記録動作を行うと磁化反転部からの漏洩磁界（媒体面に垂直で上向きもしくは下向き）に従って磁化回転膜41の磁化が回転し、抵抗が変化して対称波形の再生信号が得られた。センス電流を増加させるとほぼ線形に再生信号強度は増加し、センス電流磁界と磁化固着膜8の磁化の向きが一致しているために磁化固着膜8の磁化方向の変化は見られなかった。

【0103】トラックT2に隣接するトラックT3で動作させた場合には、磁化回転膜41の磁化の向きはトラックT2のときとは逆向きになるが、再生動作上はトラックT2とT3とは等価なのでまったく問題無く記録再生動作させることができた。

【0104】次に、再生ヘッドを記録済みのトラックから未記録のトラックへ少しづつディスク半径方向に送ってオフトラック特性を調べた結果、トラックピッチの2μmの送りで全く信号は無くなり、本実施形態のディスク1Dがサイドフリッジを低下させる上でも効果的であることが明らかとなった。また、CSS試験を繰り返し5千回行ったが、とくに媒体面の摩耗は認められなかった。ただし、媒体面にルブリカントを塗布してCSS試験した。これから明らかなように、磁石部材11が記録磁性部材12よりも硬質であれば、磁石部材11がガイドレールの作用してCSS耐性を向上させる効果を有することが判明した。

【0105】さらに、CSS耐性を向上する上では磁石部材11としてTbCoの代わりにフェライト系の磁石部材を用いることが効果的であり、そのような場合は保護膜無しでも5万パス程度の実用的なCSS耐性が期待でき、狭スペーシング化上も効果的である。なお、上記実施例に用いたTbCo磁石層の場合は、媒体面上に10nm程度のSiO₂保護膜を設けるのが実用上は好ましい。

【0106】（比較例）以上、本発明の効果を明確にした実験の結果を記述したが、比較例として従来の方法を用いて磁石部材を持たない磁気ディスクを作成し、これを上記実施形態のディスク1Dと同様に評価した。比較例ディスクの構成は、ガラス基板上に20nmのCoPt記録層と10nmのSiO₂保護層をスパッタ形成し、その上にディスク1Dに用いたのと同様のルブリカントを塗布したものである。ディスク動作試験の条件は、ヘッド浮上量を0.03μmとしてヘッド/メディア間のスペーシングを変えたことを除き、ディスク1Dの条件と同じにした。

【0107】比較例ディスクからヘッドの磁化回転膜41へ漏洩する磁界は未記録状態ではランダムなので、磁化回転膜41の磁化方向は平均的に見て磁化固着膜8と磁化固定膜42の漏洩磁界の向き、すなわち図15で紙面に垂直な（裏から表）に向く。これに起因して記録磁区列を再生する際に、比較例ディスク媒体からの磁界が図15中にて紙面の表から裏に向かう場合は磁化回転膜

41の磁化が回転して再生信号が得られたが、裏から表に向かう場合は磁化回転膜41の磁化は回転せず信号が得られなかった。すなわち、比較例ディスクでは再生信号出力は得られたものの磁化転移の半分に相当する出力しか得られなかった。

【0108】また、比較例ディスクにおいてはサーボライト無しでは未記録状態のトラックからは何等トラッキング情報が得られないので、次第にトラックずれを生じるとともに、サイドフリンジが大きくなって隣接トラックからの余分なノイズ信号の混入が大きくなるという不都合を生じた。

【0109】上記の実施例と比較例では、基板としてガラス、記録磁性層としてCoPt膜、磁石層としてTbCo膜、保護膜としてSiO₂を使用した例を述べたが、本発明はとくにこれらの材料のみに限定されず、基板にAl等の金属を、記録磁性部材12にCoCrTa、CoNiPt、CoCr、Baフェライト等を、磁石部材11にフェライト、SmCo、NdFe、MnBi等を、また保護膜としてC等の様々な材料を用いることができる。さらに、記録磁性部材11の下地にCr等の配向制御層、NiFe等の高透磁率層等が配置されていてもよい。

【0110】また、磁石部材の横断面形状も多用な変形例があげられ、矩形状以外にV字状、半円状でもよい。

【0111】また、上記実施形態の磁気ディスク1Dでは磁石部材11を設ける領域の深さを記録磁性層12の膜厚と同じにしたが、磁石部材11の深さ(厚さ)は必ずしも記録磁性層12の膜厚と同じであることを要しない。例えば図17に示すディスク1Eでは、磁石部材11aの深さを記録磁性部材12aの膜厚より小さくしている。また、図18に示すように、中間層(下地層)5を基板1aと記録層2との間に有するディスク1Fでは、磁石部材11bの深さを中間層3の膜厚と記録磁性部材12bの膜厚とを合計したものとしてもよい。さらに、図19に示すディスク1Gでは、磁石部材11cの深さを記録磁性部材12cの膜厚より大きくしている。

【0112】また、スピンバルブ構造以外の磁気抵抗効果形再生素子、例えば異方性磁気抵抗膜や、人工格子的な多層構造膜や、グラニュー膜等に対しても同様の効果を得ることができる。すなわち、再生信号の対称性を得る上で何等かの動作点バイアスを必要とする磁気抵抗効果素子全般に対して同様の効果を奏する。

【0113】本実施形態の磁気ディスクを用いれば、磁気抵抗効果型再生ヘッドを有する磁気記録再生装置において、大きなセンス電流を通電できるので高い再生信号強度を得ることができ、良好な再生信号波形の対称性が得られるのでエラーレートが少ない再生動作が安定してでき、再生ヘッド構造が簡略化されるので安価にヘッドを製造できる。さらに付随的效果として、サイドフリンジの少ない記録が可能となり、かつ安定したトラッキン

グ動作が可能となって狭トラック化が容易になり、かつ狭スペーシング動作をも可能たらしめる。

【0114】

【発明の効果】本発明によれば、硬質ガードバンド部材により記録磁性部材を互いに分離することで、サイドフリンジが大幅に低減化され、狭トラック化が容易となる。また、保護膜が無くても高耐久性を達成でき、狭スペーシング化が容易となり、かつ狭ビットピッチ化が容易となり、総合的に磁気記録の高密度化に貢献する所多
大である。さらに、高価格化を招くことなく、硬質ガードバンド部材の形成が可能な磁気ディスク及びその製造方法が提供される。

【0115】また、本発明によれば、記録層下部に配置する膜に対する自由度が高く、面内媒体の場合は配向制御膜を配置する等して記録磁性厚を高密度記録対応の薄さに設定するのが簡単になり、垂直媒体では記録層下部に高透磁率層を配置する等して記録再生磁界を強めることが容易になる。また、硬質のガードバンド部材を採用することによりCSS耐性を大幅に向上することができるので、将来的には接触記録方式に対しても十分に応用できる。さらに、絶縁性のガードバンド部材を採用すれば磁気抵抗効果型ヘッドをディスク面に接触させることも可能であり、総合的に磁気記録の高密度化に大いに寄与する。

【0116】本発明の磁気ディスクによれば、媒体磁界によって磁気抵抗効果形ヘッドに適当な動作点バイアスを印加するので、簡単な再生素子構造を用いても対称波型の安定した再生動作が可能となり、再生素子の製造が簡便になる。

【0117】とくにサーボライトしない場合であっても安定して高精度のトラッキング動作をすることが可能となり、サイドフリンジの少ない記録が実現でき、かつ狭スペーシング動作がしやすくなるので、総合的に磁気記録の高密度化と高性能化に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係る磁気ディスクの一部を切り欠いて記録トラック部分を拡大して示す拡大斜視図。

【図2】図2は、磁気ディスクの製造方法を説明するために製造プロセスの一工程にあるディスクを示す縦断面図。

【図3】図3は、磁気ディスクの製造方法を説明するために製造プロセスの一工程にあるディスクを示す縦断面図。

【図4】図4は、磁気ディスクの製造方法を説明するために製造プロセスの一工程にあるディスクを示す縦断面図。

【図5】図5は、磁気ディスクの製造方法を説明するために製造プロセスの一工程にあるディスクを示す縦断面図。

23

【図6】図6は、磁気ディスクを示す縦断面図。

【図7】図7は、他の実施形態の磁気ディスクを示す縦断面図。

【図8】図8は、他の実施形態の磁気ディスクを示す縦断面図。

【図9】図9は、他の実施形態の磁気ディスクを示す縦断面図。

【図10】図10は、磁気記録装置の全体概要斜視図。

【図11】図11は、磁気記録装置の制御系を示す構成ブロック図。

【図12】図12は、磁気ヘッドユニット及び磁気ディスクを模式的に示す部分拡大概要図。

【図13】図13は、GMR型記録ヘッドの主要部を模式的に示す斜視図。

【図14】図14は、本発明の第2実施形態に係る磁気ディスクの一部を切り欠いて記録トラック部分を拡大して示す拡大斜視図。

【図15】図15は、本発明の効果を実証するための動

24

作試験に用いた磁気抵抗効果型再生素子を示す縦断面図。

【図16】図16は、第2実施形態に係る磁気ディスクと動作中のヘッドとの磁化の向きとの関係を示す模式図。

【図17】図17は、本発明の他の実施形態に係る磁気ディスクの記録トラック部分を示す縦断面図。

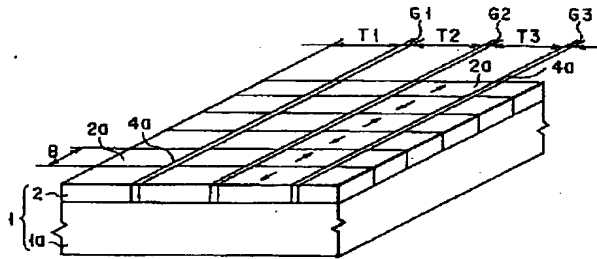
【図18】図18は、本発明の他の実施形態に係る磁気ディスクの記録トラック部分を示す縦断面図。

【図19】図19は、本発明の他の実施形態に係る磁気ディスクの記録トラック部分を示す縦断面図である。

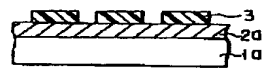
【符号の説明】

1 a…基板、2…記録層、2 a…記録磁性部材、3…レジスト層、4 a…ガードバンド部材、5…下地層、6…再生ヘッド電極（Cu電極膜）、7…導電性非磁性膜（Cu膜）、8…磁化固着膜、11、M2、M3、M4、M5…磁石部材（TbCo膜）、12…記録磁性部材（CoPt膜）、41…磁化回転膜、42…磁化固定膜。

【図1】



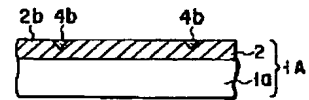
【図2】



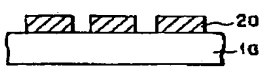
【図3】



【図7】



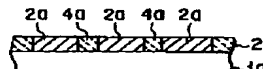
【図4】



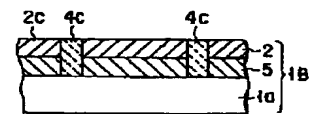
【図5】



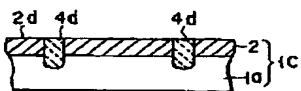
【図6】



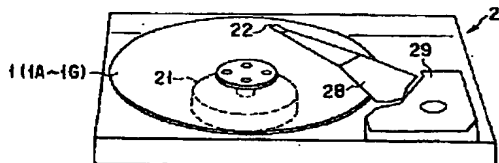
【図8】



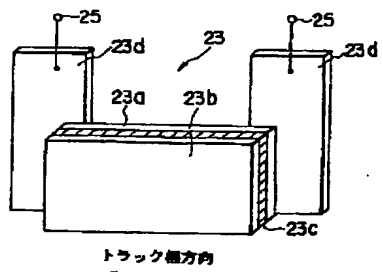
【図9】



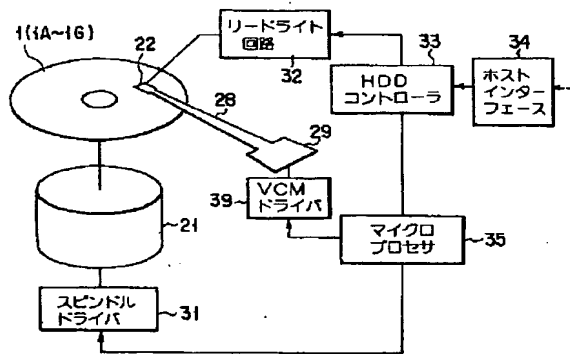
【図10】



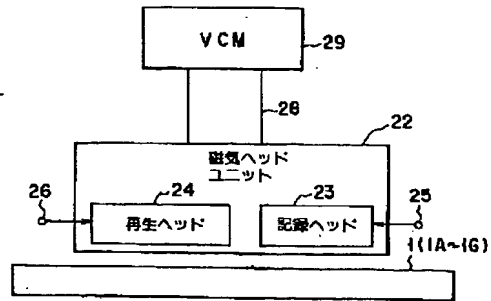
【図13】



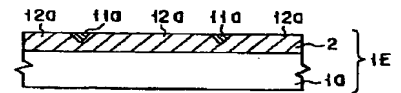
【図11】



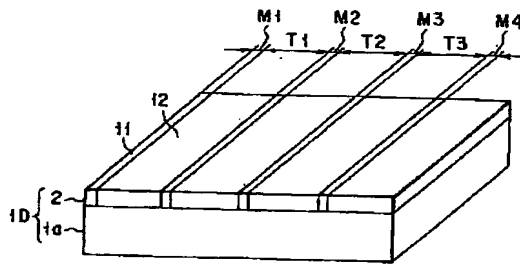
【図12】



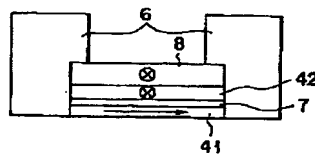
【図17】



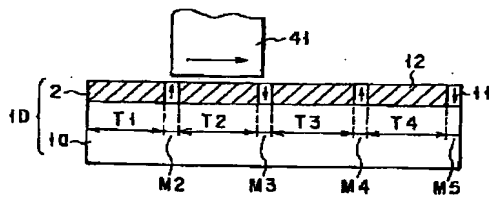
【図14】



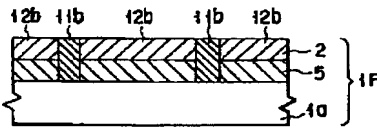
【図15】



【図16】



【図18】



【図19】

